Toelichting SRM1-emissiefactoren en emissiefactoren voor snelwegen 2009

Gerben Geilenkirchen (PBL), Ronald de Lange en Norbert Ligterink (beiden TNO)

12 maart 2009

TNO en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) stellen jaarlijks generieke emissiefactoren vast voor luchtkwaliteitsberekeningen langs verkeerswegen in Nederland. Er worden twee sets vastgesteld: één voor toepassing in het CAR-II model (Standaard Rekenmethode 1) en één voor snelwegsituaties. TNO stelt detailemissiefactoren vast per voertuigklasse en het PBL levert prognoses voor de samenstelling van het toekomstige wegverkeer in Nederland. Voor het jaar 2005 wordt gebruik gemaakt van gegevens over de samenstelling van het wegverkeer afkomstig van CBS. De detailemissiefactoren worden op basis van deze gegevens over de verkeerssamenstelling gewogen tot generieke emissiefactoren voor licht, middelzwaar en zwaar wegverkeer en voor autobussen. Dit jaar zijn er nieuwe emissiefactoren vastgesteld voor de jaren 2005, 2010, 2015 en 2020. Emissiefactoren voor tussenliggende jaren zijn bepaald op basis van lineaire interpolatie.

In deze notitie wordt een beschrijving gegeven van de belangrijkste uitgangspunten voor de generieke emissiefactoren vastgesteld in 2009. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste wijzigingen in de emissiefactoren ten opzichte van vorig jaar. Vervolgens wordt kort ingegaan op de onzekerheden rond de emissiefactoren voor de situatie ’80 km/u met strenge handhaving’. In het vervolg van de notitie wordt achtereenvolgens ingegaan op 1) de detailemissiefactoren voor verbrandingsemissies, 2) de emissiefactoren voor slijtage van banden, remmen en wegdek, 3) de prognoses voor de samenstelling van het toekomstige wegverkeer en 4) de beleidsgerelateerde uitgangspunten en ontwikkelingen. Voor een nadere toelichting wordt verwezen naar de GCN-rapportage van het PBL (Velders et al., 2009) en de achtergrondrapportage bij de emissiefactoren van TNO (De Lange en Ligterink, 2009).

Belangrijkste wijzigingen in de emissiefactoren ten opzichte van vorig jaar

Als gevolg van de voortdurende aanscherping van de Europese emissie-eisen voor nieuwe voertuigen zijn de emissies door het wegverkeer in de afgelopen jaren aanzienlijk afgenomen. Deze daling zal de komende jaren doorzetten. Ten opzichte van vorig jaar is een aantal nieuwe inzichten meegenomen bij het bepalen van de (toekomstige) emissiefactoren. Deze nieuwe inzichten hebben invloed op de snelheid waarmee de emissies door het wegverkeer dalen. De wijzigingen hebben daarmee ook consequenties voor de concentraties van luchtverontreinigende stoffen in de nabijheid van wegen. Deze consequenties worden voorjaar 2009 inzichtelijk gemaakt ten behoeve van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL).

De belangrijkste nieuwe inzichten die dit jaar zijn meegenomen in de nieuwe emissiefactoren zijn:

- *Nieuwe PM_{10}-emissiefactoren voor slijtage*: dit jaar is een differentiatie toegepast van de PM_{10}-emissiefactoren voor slijtage van banden, remmen en wegdek naar wegtype. De emissiefactoren liggen hierdoor binnenstedelijk hoger en buitenstedelijk lager dan vorig jaar.
- *VERSIT+ versie 3*: er is recentelijk een nieuwe versie opgeleverd van het VERSIT+ model, dat gebruikt wordt voor berekening van de detailemissiefactoren per voertuigklasse. Toepassing van het nieuwe model leidt vooral tot hogere CO-emissiefactoren en hogere emissiefactoren voor buitenwegen.
- *Actualisatie NO_2-fracties*: de NO_2-fracties in de NO_x-emissies van licht wegverkeer zijn dit jaar geactualiseerd. Voor de SRM1-emissiefactoren en de snelwegemissiefactoren zijn dit jaar dezelfde NO_2-fracties gehanteerd. De nieuwe NO_2-fracties liggen voor SRM1 hoger dan afgelopen jaar en voor de snelweg lager.
- *Bijstelling detailemissiefactoren NO_x-emissies Euro-4 dieselpersonenauto’s*: uit metingen aan Euro-4 dieselpersonenauto’s blijkt dat de emissies onder praktijkomstandigheden substantieel hoger liggen dan op basis van de (aanscherping van de) emissienormen verwacht mag worden. De detailemissiefactoren voor deze voertuigklasse zijn daarom bijgesteld. Deze inzichten waren vorig

jaar reeds verwerkt in de SRM1-emissiefactoren en zijn dit jaar ook in de emissiefactoren voor snelwegsituaties verwerkt.
- *Nieuwe prognoses samenstelling toekomstig personenautopark*: het PBL heeft in het kader van een actualisatie van de Referentieramingen energie en emissies nieuwe prognoses voor de omvang en samenstelling van het Nederlandse personenautopark vastgesteld. Ten opzichte van de oude prognoses is het aandeel dieselauto's in het park lager geworden en is de gemiddelde leeftijd van het park toegenomen.

Deze nieuwe inzichten leiden (mede) tot de volgende wijzigingen in de emissiefactoren ten opzichte van vorig jaar:

Voor de categorie licht wegverkeer liggen de nieuwe SRM1-emissiefactoren voor NO_x als gevolg van deze nieuwe inzichten circa 5-20% hoger dan die van vorig jaar. De NO_x-emissiefactoren voor buitenwegen zijn in relatieve zin het sterkst toegenomen. De nieuwe methodiek voor het vaststellen van de detailemissiefactoren (VERSIT+ versie 3), die vooral de afhankelijkheid van emissieniveaus voor het rijgedrag opnieuw inschat, is hiervan de voornaamste oorzaak. Ook de nieuwe prognoses voor de samenstelling van het toekomstige autopark dragen hieraan bij. De nieuwe snelwegemissiefactoren voor NO_x liggen voor licht wegverkeer 15-75% hoger dan die van vorig jaar. Deze toename is vooral het gevolg van de bijgestelde detailemissiefactoren voor Euro-4 dieselauto's.

De SRM1-emissiefactoren voor NO_2 liggen voor licht wegverkeer circa 20-65% hoger dan die van vorig jaar. Dit is het gevolg van de nieuwe – voor SRM1 hogere – NO_2-fracties die zijn gehanteerd. Voor snelwegen liggen de nieuwe NO_2-fracties lager dan vorig jaar. Voor snelwegen zijn de nieuwe NO_2-fracties lager dan vorig jaar, maar door de hogere NO_x-emissiefactoren liggen de nieuwe NO_2-emissiefactoren voor licht wegverkeer voor snelwegsituaties toch hoger dan vorig jaar.

De PM_{10}-emissiefactoren voor licht wegverkeer op stadswegen liggen circa 15-25% hoger dan die van vorig jaar, terwijl de emissiefactoren op buitenwegen en snelwegen grofweg 10-20% lager liggen. Dit is vooral het gevolg van de differentiatie van de slijtage-emissiefactoren naar wegtypen. Daarnaast leidt de toepassing van nieuwe inzichten omtrent het aandeel Euro-4 dieselauto's met af-fabriek roetfilter tot een generieke verlaging van de PM_{10}-emissiefactoren voor licht wegverkeer.

Voor het middelzware en zware wegverkeer wijken de nieuwe NO_x-emissiefactoren slechts beperkt af van die van vorig jaar. Voor deze voertuigcategorieën zijn bovendien geen nieuwe NO_2-fracties vastgesteld, waardoor ook de nieuwe NO_2-emissiefactoren slechts beperkt afwijken van die van vorig jaar. Hierbij moet worden opgemerkt dat metingen aangeven dat ook vrachtverkeer met een moderne dieselmotor een substantieel hogere NO_2-uitstoot kan hebben. Dit is echter nog niet in de huidige berekening van de NO_2-emissiefactoren voor vrachtverkeer meegenomen. De nieuwe PM_{10}-emisisefactoren wijken ten slotte wel substantieel af van die van vorig jaar door de toepassing van de nieuwe PM_{10}-emissiefactoren voor slijtage. Dit heeft met name geleid tot lagere emissiefactoren voor buitenwegen en snelwegsituaties.

Onzekerheden rond emissiefactoren voor 80 km/u met strenge handhaving op snelwegen
De NO_x-emissiefactoren voor licht wegverkeer voor de situatie '*80 km/u met strenge handhaving*' (80 km/u MSH) zijn lager dan die voor de andere snelheidsregimes op snelwegen. Dit is niet zozeer het resultaat van de lage snelheidslimiet, maar vooral van de lagere dynamiek die in deze situatie wordt verondersteld als gevolg van de strenge handhaving. Dit verschil in emissieniveaus volgt ook uit metingen op basis van ritpatronen voor de verschillende snelheidsregimes. Uit deze metingen blijkt echter ook dat een kleine verhoging van de ritdynamiek kan leiden tot een substantiële verhoging van de NO_x-emissieniveaus.

In de huidige emissiefactoren is vooralsnog vastgehouden aan de lagere emissieniveaus bij 80 km/u MSH. Het is echter de vraag of de daarbij veronderstelde lage dynamiek in de praktijk daadwerkelijk in alle gevallen gehaald wordt. Dit wordt nader onderzocht in 2009. Indien uit het onderzoek blijkt dat

de dynamiek in het rijgedrag in de praktijk anders is dan nu is verondersteld, dan kan dat leiden tot een aanpassing van de emissiefactoren voor 80 km/u MSH.

Detailemissiefactoren verbrandingsemissies

De detailemissiefactoren voor verbrandingsemissies worden voor het huidige autopark vastgesteld met het emissiemodel VERSIT+. Aan dit model ligt een grote hoeveelheid meetdata ten grondslag, afkomstig van emissiemetingen aan verschillende typen voertuigen en gemeten onder verschillende rijomstandigheden. Met het model kunnen voor een groot aantal voertuigklassen representatieve gemiddelde emissiefactoren berekend worden voor verschillende verkeerssituaties op basis van de ritkarakteristieken behorende bij deze verkeerssituaties. De voertuigklassen worden gedefinieerd door de voertuigcategorie (personenauto, bestelauto, etc.), de gewichtsklasse, de brandstofsoort, de emissiestandaard (Euro-2, Euro-3, etc.) en de (nabehandelings)technologie van het voertuig.

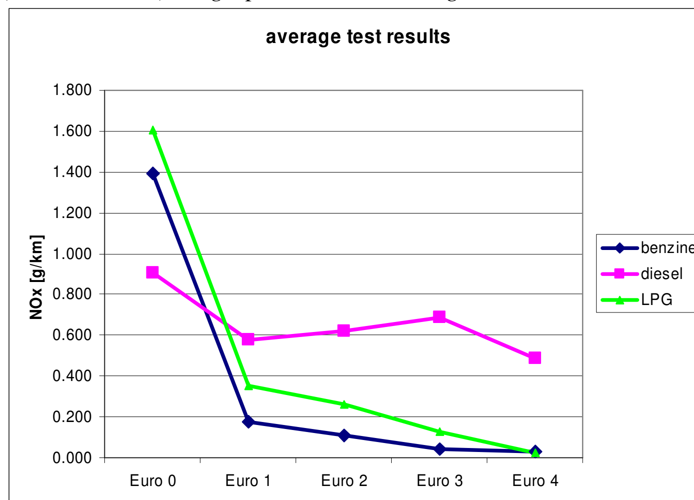
Nieuwe versie VERSIT+ emissiemodel

Recentelijk is versie 3 van het VERSIT+ model opgeleverd. Deze versie is gebruikt voor het afleiden van nieuwe detailemissiefactoren voor het huidige autopark. De belangrijkste modelaanpassing betreft de wijze waarop de emissieniveaus behorende bij bepaalde rijomstandigheden worden berekend. De nieuwe modelversie geeft beter inzicht in de afhankelijkheid van de emissieniveaus voor het rijgedrag. Dit heeft met name voor buitenwegen geleid tot aanpassing van de detailemissiefactoren. Daarnaast zijn de CO-emissiefactoren voor licht wegverkeer substantieel aangepast. Voor een toelichting van het nieuwe VERSIT+ model en een vergelijking van de modeluitkomsten met inzichten uit metingen wordt verwezen naar De Lange en Ligterink (2009).

Bijstelling detailemissiefactoren NO_x voor Euro-4 dieselpersonenauto's

De emissiemetingen voor de Europese typegoedkeuring laten zien dat nieuwe dieselauto's steeds meer moeite hebben om aan de emissienormen voor NO_x te voldoen: de emissieniveaus van nieuwe dieselauto's zijn van Euro-1 tot Euro-4 steeds dichter tegen de emissienormen aan komen te liggen. Uit metingen onder praktijkomstandigheden blijkt bovendien dat het verschil tussen de NO_x-emissies zoals gemeten tijdens de typekeuring en de emissieniveaus in de praktijk is toegenomen van Euro-1 tot Euro-4. De emissieniveaus liggen hierdoor in de praktijk vaak substantieel hoger dan de normen.

Figuur 1: de gemiddelde NO_x-emissieniveaus van personenauto's op basis van alle meetdata samen (11.164 testen), uitgesplitst naar voertuigklassen.



In Figuur 1 zijn de gemiddelde NO_x-emissieniveaus bij warme motor weergegeven van verschillende typen personenauto's, bepaald op basis van een groot aantal metingen. Uit de figuur blijkt dat het gemiddelde NO_x-emissieniveau van Euro-4 dieselauto's met bijna 0,5 g/km substantieel hoger ligt dan de emissienorm van 0,25 g/km. Vergelijkbare studies in Europa laten een soortgelijk beeld zien: de

gemeten NO_x-emissies bedragen gemiddeld ongeveer het dubbele van de norm. De wijze van testen is in de loop der jaren wel enigszins gewijzigd, dus een directe vertaling naar de emissies in de praktijk is niet mogelijk. Desalniettemin is de figuur indicatief voor het relatief beperkte effect van de aangescherpte emissienormen op de praktijkemissies.

Deze nieuwe inzichten over de NO_x-emissies van moderne dieselpersonenauto's hebben geleid tot een verhoging van de detailemissiefactoren. Deze bijstelling was reeds verwerkt in de SRM1-emissiefactoren en is dit jaar ook in de snelwegemissiefactoren verdisconteerd.

Nieuwe NO_2-fracties in NOx-emissies voor licht wegverkeer
De detailemissiefactoren voor NO_2 voor licht wegverkeer zijn dit jaar opnieuw vastgesteld. In 2007 en 2008 is gerekend met een NO_2-fractie in de NO_x-emissies van moderne dieselauto's van maximaal 40%. Uit een beperkt aantal metingen kwamen signalen dat deze fractie hoger zou kunnen zijn (zie ook De Lange en Ligterink, 2008 en Smit et al., 2007), maar het Ministerie van VROM wilde dit graag eerst bevestigd zien aan de hand van meer metingen. Dit jaar zijn nieuwe NO_2-fracties vastgesteld rekening houdend met recente meetdata en literatuur. Uit deze inventarisatie blijkt dat de toepassing van nabehandelingstechnologieën als oxidatiekatalysatoren in moderne dieselvoertuigen leidt tot een toename van het aandeel NO_2 in de NO_x-emissies van deze voertuigen. Deze oxidatiekatalysatoren worden gebruikt voor de reductie van CO-, HC-, en roetemissies, maar zetten daarnaast NO om in NO_2.

De beschikbare meetdata laten een grote variatie zien in NO_2-fracties van moderne personenauto's: zowel rijgedrag, leeftijd, als de precieze nabehandelingstechnologie is van invloed op de NO_2-fracties. Op basis van Nederlandse metingen en onderzoek uit andere Europese landen is de fractie directe NO_2 voor moderne Euro-4 dieselpersonenauto's vastgesteld op 55%. Bij Euro-5 auto's wordt ongeveer dezelfde fractie verwacht. De absolute NO_2-emissieniveaus van deze auto's liggen waarschijnlijk lager door de verwachte reductie van de totale NO_x-emissies. Voor een overzicht van de gehanteerde NO_2-fracties per voertuigklasse wordt verwezen naar het achtergrondrapport van TNO (De Lange en Ligterink, 2009).

Uitgangspunten emissiefactoren toekomstige emissieklassen ongewijzigd
Voor toekomstige voertuigklassen – zoals Euro-5 en Euro-6 personen- en bestelauto's en Euro-VI vrachtauto's – doet TNO een inschatting van de detailemissiefactoren, rekening houdend met factoren als de mate van aanscherping van de emissienormen, de technologie die waarschijnlijk toegepast gaat worden, ervaringen met eerdere emissienormen, etc. Afgelopen jaar zijn de Euro-VI emissienormen voor zwaar wegverkeer vastgesteld. Inzicht in de consequenties van deze normen voor de toegepaste technologie in de voertuigen wordt de komende jaren verwacht. Het afgelopen jaar zijn geen belangrijke nieuwe inzichten beschikbaar gekomen die tot aanpassing van de eerdere inschattingen van de emissieniveaus van de nieuwe voertuigklassen leiden, daarom zijn dit jaar dezelfde inschattingen gebruikt als vorig jaar. Deze inschattingen zijn omgeven met een grote mate van onzekerheid, onder meer omdat er nog onduidelijkheid bestaat over de technologieën die toegepast gaan worden en er nauwelijks meetdata beschikbaar is. De mate van aanscherping van de emissienormen is bovendien niet altijd representatief voor de verlaging van de praktijkemissies.

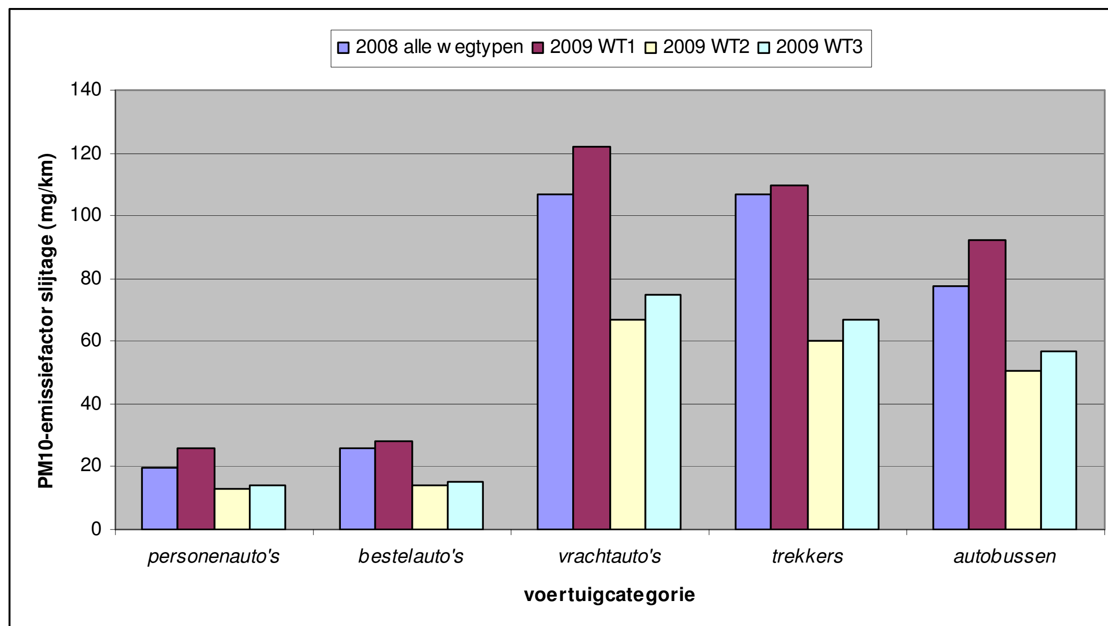
Nieuwe PM_{10}-emissiefactoren voor slijtage
In de nationale Emissieregistratie zijn afgelopen jaar op basis van literatuurstudie nieuwe inzichten verzameld over emissies van wegvoertuigen voortkomend uit de slijtage van banden, remvoeringen en wegdek (Ten Broeke et al., 2008; Oonk et al., 2008 en Denier van der Gon et al., 2008). Dit heeft geleid tot bijstelling van de PM_{10}-emissiefactoren voor slijtage. Waar voorheen per voertuigcategorie één generieke emissiefactor werd toegepast voor alle wegtypen, wordt in de nieuwe emissiefactoren onderscheid gemaakt tussen binnenstedelijke en buitenstedelijke verkeersituaties. Binnen de bebouwde kom wordt over het algemeen meer geaccelereerd en geremd dan daarbuiten. Met name de slijtage van remmen is hierdoor binnen de bebouwde kom hoger per voertuigkilometer.

Het verschil in emissieniveaus op binnenstedelijke en buitenstedelijke wegen is door TNO bepaald op basis van berekeningen van de krachten op de wielen van de voertuigen. Het ontbreekt namelijk aan specifieke meetdata op basis waarvan dit verschil in emissieniveaus bepaald kan worden. De krachten aan de wielen onder verschillende omstandigheden zijn, bij gebrek aan meetdata, een goede maat voor de slijtage. Voor de ritpatronen die aan de CAR-emissiefactoren ten grondslag liggen, zijn deze krachten aan de wielen bekend en gebruikt om slijtage-emissiefactoren per wegtype af te leiden. Het resultaat van deze berekening is dat remslijtage nagenoeg geheel in de stad plaatsvindt, terwijl bandenslijtage en wegdekslijtage ook op de buitenweg en zeker op de snelweg nog substantieel bijdragen aan de totale slijtage.

Figuur 2 geeft voor verschillende voertuigcategorieën een overzicht van de PM_{10}-emissiefactoren voor slijtage die voorheen werden gebruikt en de nieuwe naar wegtype gedifferentieerde PM_{10}-emissiefactoren. Uit de figuur blijkt dat de nieuwe PM_{10}-slijtageemissiefactoren voor binnenstedelijk verkeer voor alle voertuigcategorieën hoger liggen dan die voorheen zijn toegepast. De toename varieert van 2% voor trekkers tot 30% voor personenauto's. De nieuwe emissiefactoren voor buitenwegen en snelwegen liggen substantieel lager dan de oude emissiefactoren. Deze afname varieert voor grofweg tussen 30% en 45%. Toepassing van de nieuwe emissiefactoren voor slijtage heeft voor alle voertuigcategorieën dus geleid tot een verhoging van de binnenstedelijke PM_{10}-emissiefactoren en een verlaging van de PM_{10}-emissiefactoren voor buitenwegen en snelwegsituaties (uitgaande van gelijkblijvende omstandigheden).

De nieuwe slijtage-emissiefactoren zijn omgeven met een relatief grote mate van onzekerheid, vooral omdat er relatief weinig meetdata beschikbaar zijn en de variatie in de beschikbare meetdata groot is. Belangrijke onzekere factor is niet alleen de hoogte van de totale emissies door slijtage, maar ook het aandeel PM_{10} in deze emissies en het deel dat naar de lucht geëmitteerd wordt.

Figuur 2: Overzicht PM_{10}-emissiefactoren voor slijtageprocessen 2008 en 2009



WT1 = binnenstedelijke wegen, WT2 = landelijke wegen, WT3 = snelwegen

Prognoses samenstelling toekomstig wegverkeer

De prognoses voor de samenstelling van het toekomstige personenautoverkeer zijn dit jaar geactualiseerd in het kader van de Actualisatie Referentieramingen Energie en Emissies 2008-2020 (ECN en PBL, 2009). Met behulp van het personenautomarktmodel Dynamo 2.1 (MuConsult, 2008) zijn nieuwe prognoses gemaakt van de omvang en samenstelling en het gebruik van het toekomstige Nederlandse autopark. Het aandeel dieselauto's in het autopark is in de nieuwe prognoses lager dan in

de oude prognoses (zoals beschreven in Hoen et al., 2006) en de gemiddelde leeftijd van het autopark ligt iets hoger (zie voor een toelichting ECN en PBL, 2009). Het lagere aandeel diesel leidt tot gemiddeld lagere emissiefactoren voor met name NO_x, terwijl het gemiddelde oudere autopark leidt tot gemiddeld hogere emissiefactoren voor NO_x en PM_{10}.

De prognoses voor de omvang en samenstelling en voor het gebruik van het toekomstige park van bestelauto's, vrachtauto's en trekkers in Nederland zijn zeer beperkt aangepast ten opzichte van die uit Hoen et al. (2006): er heeft alleen een bijstelling plaatsgevonden van het jaarkilometrage van nieuwe voertuigen. Dit heeft geen grote consequenties voor de CAR-emissiefactoren.

Nieuwe indeling middelzwaar en zwaar wegverkeer
Bij het vaststellen van de detailemissiefactoren voor vrachtauto's worden drie gewichtsklassen onderscheiden: licht, middelzwaar en zwaar. Binnen de middelzware en zware vrachtauto's wordt nader onderscheid gemaakt tussen vrachtauto's met aanhanger en vrachtauto's zonder aanhanger. Tot vorig jaar werden alle lichte en middelzware vrachtauto's tot het middelzware wegverkeer gerekend en alle zware vrachtauto's tot het zware wegverkeer. Dit is echter niet consistent met de indeling volgens de handleiding van het CAR-model, waarin vrachtauto's met aanhanger gerekend worden tot het zware wegverkeer. Conform deze indeling zijn dit jaar bij het aggregeren van de detailemissiefactoren de middelzware vrachtauto's met aanhanger gerekend tot het zware wegverkeer.

De bijdrage van middelzware vrachtauto's met aanhanger aan het totale kilometrage van de categorie middelzwaar wegverkeer varieerde vorig jaar tussen 7% en 14%, afhankelijk van het zichtjaar en het wegtype. In de categorie zwaar wegverkeer hebben de middelzware vrachtauto's met aanhanger dit jaar een bijdrage in het totale kilometrage variërend tussen 4% en 8%. Vanwege deze relatief beperkte bijdrage is het effect van de nieuwe indeling op de emissiefactoren beperkt.

Scenario en beleid
De beleidsveronderstellingen die aan de nieuwe SRM1- en snelwegemissiefactoren ten grondslag liggen, zijn conform het voorgenomen beleidsscenario (BGE) uit Velders et al. (2009). Dit scenario bevat naast vastgestelde beleidsmaatregelen ook een aantal voorgenomen maatregelen. Voor het wegverkeer betreft dit de invoering van de kilometerprijs. Aan de kilometerprijs is voorlopig echter alleen een generiek volume-effect toegekend, door het aantal voertuigkilometers per voertuigcategorie (licht, middelzwaar, zwaar) met een vast percentage te reduceren. De effecten op de samenstelling en het gebruik van het autopark naar voertuigklassen zijn sterk afhankelijk van de differentiatie van de kilometertarieven. Hierover moet nog besluitvorming plaatsvinden. Er is daarom nog geen effect verondersteld op de samenstelling van het autopark. De kilometerprijs heeft daarmee geen invloed op de nieuwe emissiefactoren, omdat die alleen afhankelijk zijn van het aandeel van de verschillende voertuigklassen in het totale kilometrage per voertuigcategorie.

Beleidsgerelateerde ontwikkelingen
In het vastgestelde beleidsscenario is dit jaar het Convenant beperking fijnstofuitstoot lichte bedrijfsauto's en kampeerauto's opgenomen, dat januari 2009 is gesloten tussen de overheid en vertegenwoordigers van de transportsector. Het aantal nieuwe bestelauto's met af-fabriek roetfilter neemt hierdoor de komende jaren toe. Dit leidt tot een lichte daling van de PM_{10}-emissiefactoren voor licht wegverkeer.

Binnen de EU is eind 2008 overeenstemming bereikt over invoering van de Euro-VI emissienormen voor zware wegvoertuigen. Deze nieuwe normen voor onder andere NO_x en PM_{10} treden vanaf begin 2013 in werking voor nieuwe voertuigtypen en vanaf begin 2014 voor alle nieuwverkopen. Dit is negen maanden eerder dan door de Europese Commissie was voorgesteld. Het effect hiervan is verdisconteerd in de nieuwe emissiefactoren. Dit leidt tot een lichte daling van de NO_x- en PM_{10}-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer in 2015 en in mindere mate in 2020.

Ten slotte blijkt uit verkoopcijfers van nieuwe personenauto's dat het aandeel dieselauto's met af-fabriek roetfilter de laatste jaren sterk is toegenomen. Deze voertuigen voldoen reeds aan de Euro-5

emissienorm voor PM_{10} van 5 mg/km. Het effect van deze toename is verdisconteerd in de emissiefactoren voor licht wegverkeer.

Referenties

Broeke, H. ten, Hulskotte, J. en Denier van der Gon, H. (2008) Emissies door bandenslijtage afkomstig van het wegverkeer. TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht.

Denier van der Gon, H., Ten Broeke, H. en Hulskotte, J. (2008) Emissies door wegdekslijtage ten gevolge van het wegverkeer. TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht.

ECN en PBL (2009, in voorbereiding) Actualisatie referentieramingen energie en emissies 2008-2020. ECN, Petten en Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven.

Hoen, A., Brink, R.M.M. van den en Annema, J.A. (2006) Verkeer en vervoer in de Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Emissieprognoses Verkeer en Vervoer. MNP-rapport 500076002/2006, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.

Lange, R. de en Ligterink, N.E. (2008) VERSIT+ emissiefactoren voor Standaard Rekenmethode 1 en Nederlandse snelwegen – 2008 update. TNO-rapport MON-RPT-033-DTS-2008-01376, TNO Industrie en Techniek, Delft.

Lange, R. de en Ligterink, N.E. (2009, in voorbereiding) VERSIT+ emissiefactoren voor Standaard Rekenmethode 1 en Nederlandse snelwegen – 2009 update. TNO Industrie en Techniek, Delft.

Ligterink, N.E. en Lange, R. de (2009, ingediend) Refined vehicle and driving-behaviour dependencies in the VERSIT+ emission model, ETTAP 2009 Symposium, Toulouse, Frankrijk.

MuConsult (2008) DYNAMO 2.1: dynamic automobile market model. MuConsult, Amersfoort.

Oonk, H., Hulskotte, J., Roovaart, J. van den en Duynhoven, N. van (2008) Emissies remvoeringen. RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Smit, R., Hensema, A. en Mieghem, R. van (2007) Addendum voor Rapportage "VERSIT+ Emissiefactoren voor Standaardrekenmethode 1 (CAR II)" t.a.v. directe NO_2 emissiefactoren. TNO-rapport MON-RPT-033-DTS-2007-0079-01855, TNO Industrie en Techniek, Delft.

Velders, G.J. et al. (2009, in voorbereiding) Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland. Rapportage 2009. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven.